

В.В. Яцун, доц., канд. техн. наук, С.О. Карпушин, доц., канд. техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет

Обґрунтування доцільності застосування вібро-пневмомашин для транспортування гірничої маси в умовах гіпсових шахт

Стаття присвячена обґрунтуванню доцільності застосування вібро-пневмомашин для транспортування гірничої маси в умовах гіпсових шахт. Виконано порівняння застосування вібро-пневмомашин з іншими видами транспорту.

гіпс, сировина, шахта, гірнича маса, транспорт, вібраційно-пневмотранспортна машина, трубопровід, запиленість, комбайн, акамулююча камера, штольня, стиснене повітря

Техніко-економічні прогнози показують, що в найближчі роки видобуток гіпсу, який широко використовується в будівництві для добавок в цемент, і виготовлення стінових блоків і перегородочних виробів, в машинобудуванні, керамічній, фарфоро-фаянсовій, медичній промисловостях, і в сільському господарстві, зросте в 1,8...2 рази. При цьому значно збільшиться об'єм підземної розробки.

Експлуатація підземним способом забезпечує більше 70% видобутку гіпсу в Україні [1]. Це обумовлено тим, що наряду з ростом об'ємів використання гіпсової сировини у виробництві в'язучих і цементу, розширюється галузь застосування в створенні матеріалів і конструкцій на його основі. Збільшення видобутку гіпсу планується забезпечити шляхом нарощування потужностей діючих шахт і будівництва нових.

Як правило, в дійсний час підземна розробка гіпсових родовищ ведеться камерно-стовбовими системами. Вибір даної системи обумовили широке розповсюдження родовищ, спокійне залягання на невеликих глибинах потужних пластів гіпсу, висока стійкість породних оголень.

Для гіпсових шахт характерні панельно-блокова підготовка покладів, ґрунто- і стелеуступна схема виїмки камерних запасів з застосуванням вибухового відбивання, підземне вторинне дроблення гіпсу, переважне використання автомобільного транспорту. Довжина панелей змінюється від 400...1000 м, а ширина складає 100...200 м. Для вентиляції в міжкамерних ціликах або по осі камер проводять штреки. Параметри уступів, послідовність їх відпрацювання і схема відбивання пов'язані з конкретними геологічними умовами (табл. 1). В більшості випадків першочергово відпрацьовують верхній уступ, допрацьовують пласт з відставанням на 60...100 м нижнім уступом, гіпс якого відбивають горизонтальними або похилими шпурами. При стелеуступній схемі виїмки відбивання верхнього шару виконується вертикальними шпурами з одночасним підриванням 5...7 рядів шпурів. Розробку достатньо потужних пластів (30...60 м) ведуть по круговій схемі, при цьому витримують сувору орієнтацію ціликів по суміжним поверхам, щоб виключити зсовування шарів ціликів. В основному на шахтах застосовується дрібношпурове відбивання гіпсу. Недоліками застосовуваної технології видобутку гіпсу є: загазованість і запиленість виробіток, циклічність робочих процесів, низький рівень механізації, необхідність дроблення відбитої гірничої маси на поверхні і зв'язане з ним забруднення навколишнього середовища пилом.

Таблиця 1 – Гірничо-геологічна характеристика і показники видобутку гіпсу на основних родовищах країни

Родовище	Глибина залягання пластів, м	Середня потужність пласта, м	Кут залягання, град.	Об'єм видобутку млн. тон	Транспорт
Артемівське (Донецької область)	90-103 99-111 104-130	18,3 2,7 6,7	3-7 ⁰	1,23	Автомобільний, самохідні вагони
Східно-Покровське (Донецька область)	30-100	15,4	6-10 ⁰	0,8*	Автомобільний
Попасні піски (Донецька область)	60-100	11,0	4-8 ⁰	0,4*	Рельсовий, автомобільний
Західно-Михайлівське (Донецька область)	20-22	29,0	0-4 ⁰	0,4*	Рельсовий, автомобільний

Ці недоліки обумовлюють витрату великої кількості електроенергії, робочого часу на вентиляцію виробіток, дроблення гірничої маси і обезпилення повітря. Тому стає зрозумілою актуальність удосконалення засобів і способів відбивання, навантаження і транспортування засобів і способів відбивання, навантаження і транспортування корисної копалини. Вирішення цієї задачі можливе тільки шляхом створення високопродуктивних комплексів обладнання, при яких забезпечується механічне руйнування гіпсу, пневмотранспорт по трубопроводам, його складування у відпрацьованих камерах, що дозволить максимально механізувати, а в деяких випадках автоматизувати виробничі процеси, покращити умови праці і використання можливостей родовища.

Технологію підземного добування гіпсу слід розглядати сумісно з засобами навантаження і транспорту. Переважне застосування для навантаження гіпсу знаходять екскаватори, навантажувальні машини на гусеничному і пневмоколісному ході, рідше – скреперні установки. Як видно з таблиці 1, транспорт на гіпсових шахтах в основному автомобільний, але використовується і рельсовий, (Новомосковське, Бебяєвське родовище), в перспективі намічено застосування конвеєрного транспорту.

Виконаний аналіз показує, що використання перерахованих видів транспорту має ряд істотних недоліків, які знижують техніко-економічні показники видобутку і погіршують умови праці.

Проведені в КНТУ та ІГТМ НАН України комплексні дослідження дозволили дати геотехнічне і гірничо-технічне обґрунтування прогресивним засобам виїмки і транспортування корисної копалини на гіпсових шахтах. Зокрема для широкого діапазону гірничо-геологічних умов рекомендована машинна технологія видобутку гіпсу з застосуванням комбайнів «Урал-20КС», ПК-8М, 4ПП-2. Застосування комбайнів дозволило в 4...5 разів скоротити час підготовки панелей в порівнянні з буровибуховим відбиванням і підвищити в 1,3...2 рази продуктивність праці забойної групи. Разом з тим проведені хронометражні спостереження і аналіз роботи прохідничо-видобувних комплексів при різноманітних сполученнях структур показали, що 45...57% всього календарного фонду робочого часу складають простої, з них більше 10% по ремонту транспортних засобів. Тому при технічній часовій продуктивності комбайнів ПК-8В і

«Урал-20КС» відповідно 92 і 132,6 т експлуатаційна – складає відповідно 54 і 78т/год. При цьому коефіцієнт використання машинного часу не перевищує 0,3. Це визвано тим, що із-за невисокої надійності роботи, з виїмочно-доставочного комплексу, як правило, виключають бункер-перевантажувач. Рекомендації по забезпеченню поточності прохідницьких і очищувальних робіт не реалізуються по причині відсутності коротких конвейєрів, що забезпечують збирання конвеєрних стрічок в штреках і камерах.

Дана обставина свідчить про необхідність подальшого удосконалення схем і засобів транспортування горної маси в гіпсових шахтах. В цьому плані слід звернути увагу на наступні особливості видобутку гіпсу. Оскільки промислове використання гіпсу передбачає його дроблення і подрібнення, перспективні технології видобутку повинні бути зв'язані з механічним руйнуванням. Аналіз даних гранулометричного складу щебеню (табл. 2), виконаного при відбиванні гіпсу різними комбайнами в різних умовах показує, що великий вихід дрібних фракцій являється доброю передпоилкою застосування в гіпсових шахтах більш продуктивного пневматичного транспорту. Замітимо, що абразивність гіпсових порід не перевищує 5мг.

Таблиця 2 – Гранулометричний склад гірничої маси, відбитої комбайнами

Шахта, кар'єр, номер ділянки	Тип комбайна	Відсотковий склад						
		Фракція, мм						
		0-5	5-10	10-20	20-40	40-60	60-100	більше 100
Артемівська								
3-7	ПК-8М	18	2	4	12	14	15	35
8	«Урал-20КС»	36	13	18	25	8	-	-
9	-//-	26	18	24	24	8	-	-
10	4ПП-2	30	14	13	19	24	-	-
11	-//-	21	21	25	15	18	-	-
13	КШ-ІКГ	70	5	8	5	4	8	-

На основі проведеного аналізу представляється доцільним використовувати вібраційно – пневмотранспортну машину ВПМ (рис1.), що має наступну технічну характеристику:

Продуктивність, м³/год.....	40
Дальність транспортування, м.....	2500
Витрата стисненого повітря, м³/год.....	2500...4000
Тиск стисненого повітря, мПа.....	0,5...0,6
Мінімальний розмір куска, що транспортується, мм.....	80...20
Діаметр транспортного трубопроводу, мм.....	100...200
Вага, кг.....	3500

Вібраційно – пневмотранспортна машина призначена для завантаження і послідовного транспортування горної маси по спеціально обладнаному трубопроводу. Відомо, що практика ведення горних робіт на гіпсових шахтах пов'язана зі створенням розгалуженої мережі вентиляційних і транспортних виробок значної протяжності з великим числом викривлень і підйомів. Це ускладнює схеми транспорту, створює працемісткі роботи утримання і відновлення транспортних шляхів. Трубопровідне пневмотранспортування дозволяє оптимізувати довжину траси, приймаючи найкоротшу відстань транспортування. Необхідно відмітити відносну простоту монтажу і демонтажу трубопровідної траси, що дуже важливо при швидкому

просуванні фронту робіт. Транспортування з застосуванням ВПМ до мінімуму скорочує непродуктивні роботи, герметичність трубопроводу ізолює транспортований

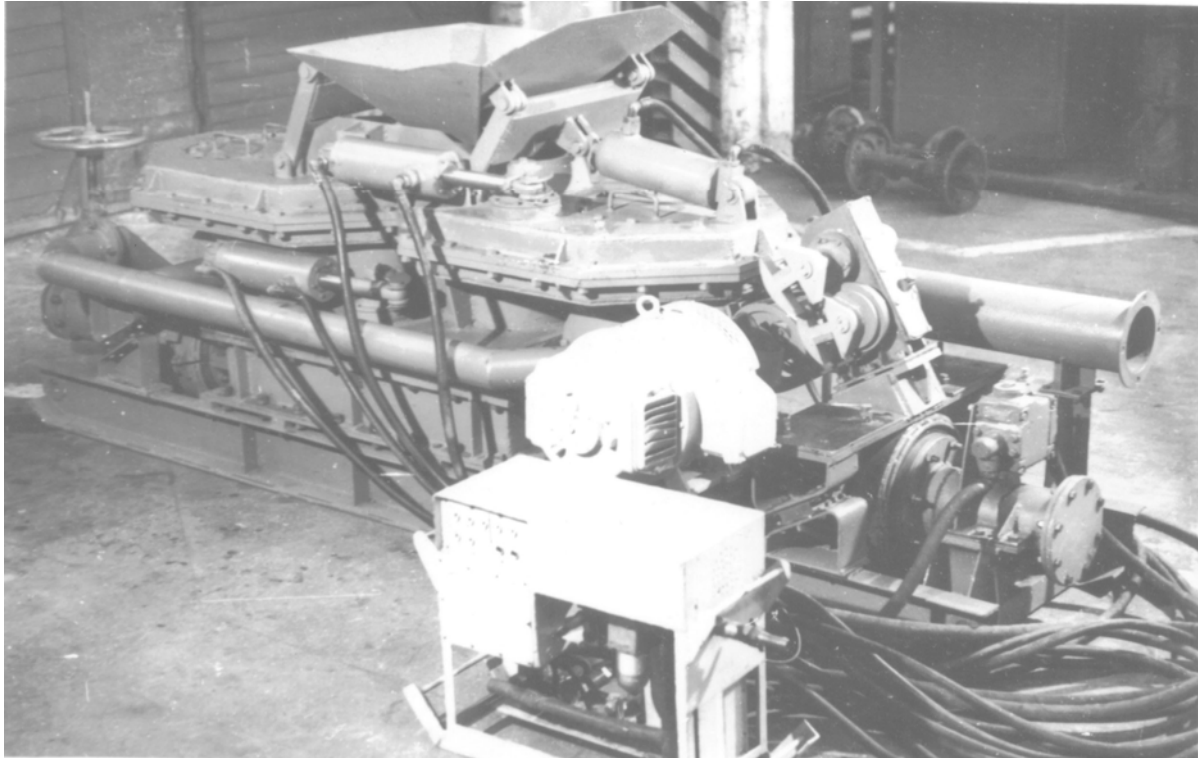


Рисунок 1 – Загальний вид вібро-пневматичної машини

гіпс від шахтної атмосфери, знижує запиленість гірничих виробок [2, 3]. Заміна автомобільного транспорту виключає загазованість шахтної атмосфери і підвищує безпеку транспортних робіт.

Експлуатація гіпсових шахт показує, що на великих площах природні масиви підлягають впливу води, що поступає з водоносних горизонтів і поверхні по свердловинах і тріщинах, які знаходяться у водозбірниках і конденсуються з шахтної атмосфери. Це сприяє залипанню, утворенню каменеvidних наростів і злежуванню гіпсу. ВПМ являється новим видом завантажувальних машин, відрізняючою особливістю яких є вібраційна дія на завантажувальній ділянці трубопроводу. Досвід впровадження вібро – пневматичного закладочного комплексу, впроваджене ІГТМ АН України спільно з Марганецьким ГОКом, Нікопольсько-Марганцевого басейну на малопотужних пластах шахти №8 при транспортуванні пустих порід, схильних до залипання, в вироблені заходки показує добрі результати роботи ВПМ. З технічної характеристики видно, що дальність транспортування ВПМ в 2-3 рази вище існуючих сьогодні завантажувальних пристроїв (максимальна у ДЗМ-2 складає 1500м³). Це дозволяє значно розширити галузі застосування ВПМ, здійснюючи різноманітні схеми пневмотранспортування на підготовчих і очисних роботах.

Враховуючи особливості технології добування гіпсу, нами пропонується ряд можливих схем транспортування горної маси ВПМ (табл.3).

При буровибуховій виїмці з забоїв гіпс доставляється автотранспортом в пункт дроблення, звідки ВПМ транспортується до поверхневого складу. При механізованій виїмці можливі декілька варіантів застосування ВПМ, або з використанням бункера-перевантажувача, або акамулюючої виробки. Від забоїв горна маса самохідними вагонами 5ВС-15 доставляється в акамулюючу камеру, звідки ВПМ транспортується на денну поверхню. Можлива також доставка гірничої маси безпосередньо від комбайнів з

забою з допомогою ВПМ в акумуляуючу виробку, а потім, або автотранспортом, або ВПМ на денну поверхню (рис.2). На поверхні, ВПМ можна використовувати для доставки сировини в цехи по виробництву продукції або безпосередньо споживачам.

Таблиця 3 – Схеми транспортування горної маси з застосуванням ВПМ

Види робіт, спосіб відбивки	Структурна схема транспортування	Номер структури
Проходка і видобування при буровибуховій виїмці	З*-Э-МоАЗ-Д-ВПМ-ПС АК	I
Проходка і видобування комбайнами	З – БП – СВ – АК – ВПМ - ПС	II
	З – ВПМ – АК – ВПМ - ПС	III
	З – ВПМ – АК – МоАЗ - ПС	IV
Роботи на поверхні	ПС – Ц – ВПМ – П	V

* З – забій; Э – екскаватор; МоАЗ – автотранспорт; Д – дробарка; ВПМ – вібраційно-пневмотранспортна машина; ПС – поверхневий склад; АК – підземна акумуляуюча камера; БП – бункер перевантажувач; ВС – самохідний вагон; Ц – цех виробництва продукції; П – споживач сировини

Оскільки задача застосування ВПМ в гіпсовидобуваючій промисловості нова, очевидна необхідність економічного порівняння трубопровідного пневмотранспортування гірничої маси і застосованих на шахтах видів доставки сировини [4].

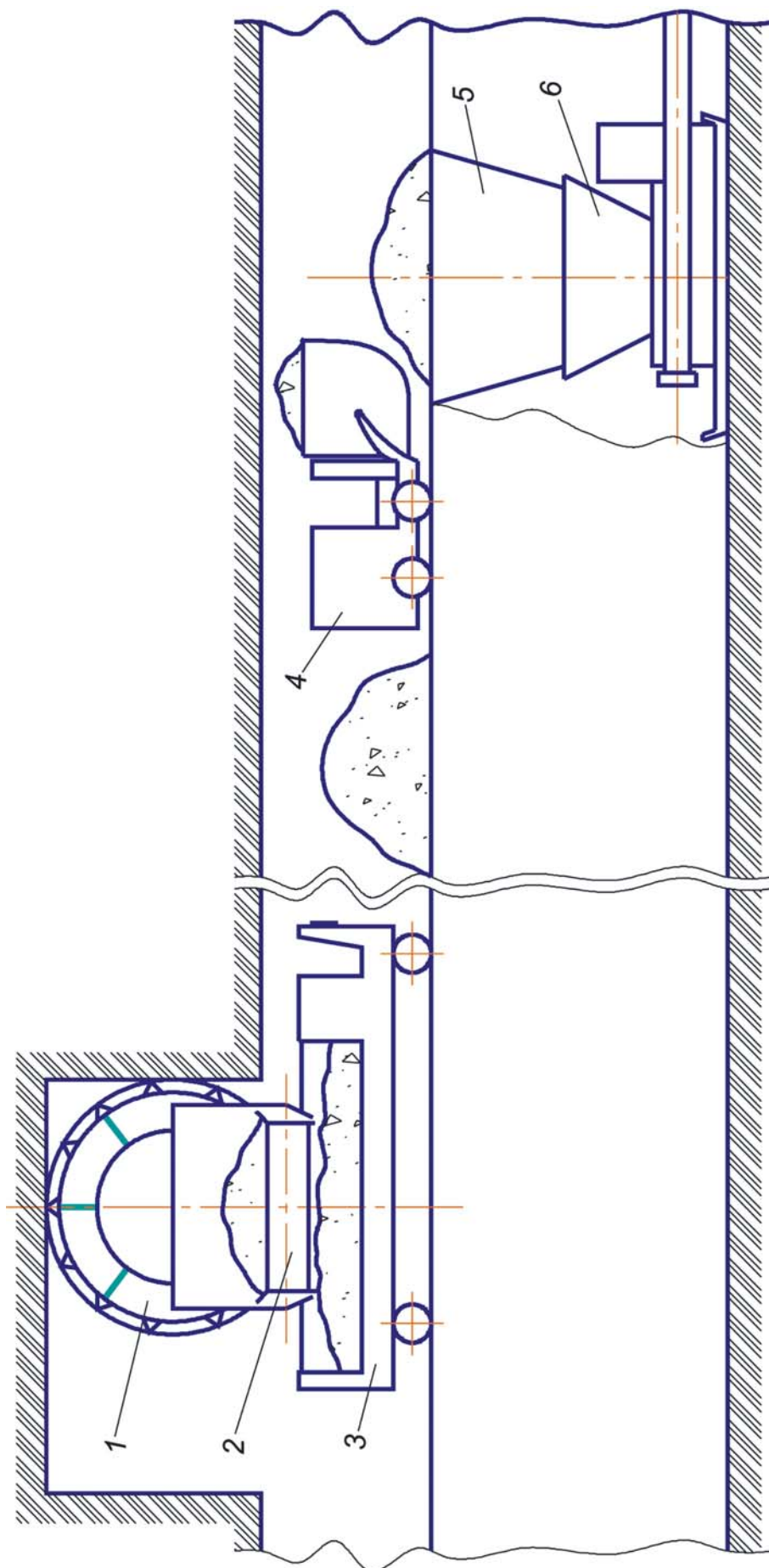
Аналіз виконаних економічних розрахунків [4] свідчить, що при рекомендованій схемі транспортування горної маси приведені затрати в 4 рази нижче, ніж при існуючій технології. Розрахунки показують також, що істотні переваги ВПМ забезпечуються при транспортуванні гіпсу з комбайнових забоїв. Реалізація технологічної схеми видобування і транспортування гіпсу «комбайн-ВПМ-акумуляуюча камера» дозволить в 1,5...2,0 рази підвищити продуктивність праці на очисній виїмці. Застосування ВПМ дозволить реалізувати поточне виробництво з високим рівнем механізації і автоматизації, а також здійснити в процесі пневмотранспортування переробку гіпсової сировини.

Список літератури

1. Усаченко Б.М. Геомеханика подземной добычи гипса. – К.: Наукова думка. – 1985. – 212с.
2. Волошин А.И. Новые решения в разработке загрузочных устройств пневмотранспорта для закладки выработанного пространства и их экспериментальные исследования // Механика горнотранспортных машин – К.: Наукова думка. – 1979 – С. 76-89.
3. Смолдырев А.Е. Технология и механизация закладочных работ. – М.: Недра. – 1974. – 326с.
4. Коновалов В.С., Короткина Т.В., Рогожина Н.В. Области эффективного взаимодействия специальных и универсальных видов транспорта. – М.: Транспорт. – 1977. – 382с.

Статья посвящена обоснованию целесообразности использования вибро-пневмомашин для транспортирования горной массы в условиях гипсовых шахт. Выполнено сравнение использования вибро-пневмомашин с другими видами транспорта.

The article reveals the necessity of the vibra-pneumatic machines to portage the mountain mass in gypsum mines. It compares the usage of vibra-pneumatic machines to other types of transport.



- 1 – комбайн; 2 – перевантажувач комбайна; 3 – самохідний електровагон;
 4 – породонавантажувальна машина; 5 – бункер; 6 – вібро-пневмотранспортна машина

Рисунок 2 – Схема транспортування гіпсу з застосуванням ВПМ